

CLIPPEDIMAGE= JP401296677A  
PAT-NO: JP401296677A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01296677 A  
TITLE: SEMICONDUCTOR YELLOW LIGHT EMITTING DIODE DEVICE

PUBN-DATE: November 30, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SONODA, JUNICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

STANLEY ELECTRIC CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP63125829

APPL-DATE: May 25, 1988

INT-CL\_(IPC): H01L033/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain an LED of high efficiency by a method wherein a specified InGaP or InGaAlP layer is made to serve as a light emitting layer and clad layers of InGaAlP whose forbidden bandwidth is larger than that of the light emitting layer are provided to both the sides of the light emitting layer to constitute the LED.

CONSTITUTION: An intermediate clad layer 12 of sufficiently thick In<SB>1-x-y</SB>Ga<SB>x</SB>Al<SB>y</SB>P is provided under a light emitting layer 13 formed of In<SB>1-x</SB>Ga<SB>x</SB>P or In<SB>1-x-y</SB>Ga<SB>x</SB>Al<SB>y</SB> whose emitted light ray peak is 570-600nm in wavelength to constitute a light emitting diode of a double hetero-structure. The sufficiently thick clad layer 12 can be grown through a temperature difference liquid phase growth method. Moreover, the clad layer 12 under the light emitting layer is 10μm or more in thickness. By these processes, a highly efficient LED possessed of an emitted ray peak 570-600nm in wavelength can be obtained.

*fig 2  
int is tapered BG*

COPYRIGHT: (C) 1989, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-296677

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)11月30日

H 01 L 33/00

A-7733-5F

審査請求 有 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 半導体黄色発光ダイオード装置

⑯ 特 願 昭63-125829

⑰ 出 願 昭63(1988)5月25日

⑱ 発 明 者 園 田 純 一 神奈川県横浜市緑区あざみ野1-24-14 愛知ビル3F

⑲ 出 願 人 スタンレー電気株式会社 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号

⑳ 代 理 人 弁理士 高橋 敬四郎

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体黄色発光ダイオード装置

## 2. 特許請求の範囲

(1). ピーク発光波長が570-600nmの範囲であるInGaPまたはInGaAlPを発光層とし、該発光層の禁制帯幅より大きな禁制帯幅を有するInGaAlPのクラッド層を発光層の両側に配置して基板上に形成し、発光層と基板との間のInGaAlPクラッド層は少なくとも10μm以上の厚さを有することを特徴とする半導体黄色発光ダイオード装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は発光ダイオードに関し、特に可視領域の発光を高輝度で行う半導体発光ダイオードに関する。

可視発光ダイオードは近年屋外用のディスプレイ、光通信用光源として応用されている。

## 〔従来の技術〕

赤色発光ダイオードはGa<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As発光ダイオードなど非常に明るい高効率のものが実現されている。

表示用等のカラー光源としてはさらに短波長のものが望まれている。特に3原色の実現が望まれている。黄色の光源としては、570-600nmにピーク波長を有する半導体発光ダイオードが望まれる。

InGaP系混晶半導体やInGaAlP系混晶半導体はこの可能性を持つ材料である。

黄色光の光源ではないが、InGaP系混晶半導体材料を用いた発光素子の代表例として赤色可視光(660nm)半導体レーザーがある。このようなInGaPを発光層とした半導体レーザーの断面構造の例を第6図に示す。

GaAs基板1上にIn<sub>1-x-y</sub>Ga<sub>x</sub>Al<sub>y</sub>P中間クラッド層2、In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>P活性層3、In<sub>1-x-y</sub>Ga<sub>x</sub>Al<sub>y</sub>P表面クラッド層4を順次有機金属気相成長(MOCVD)法や分子線エ

ビタキシ(MBE)法等の気相成長法によって成長している。基板1上に全面電極5、表面クラッド層4上にストライプ電極6を形成している。

両電極間に電流を流すことにより、活性層のストライプ電極6の下の部分でレーザ発振が誘起される。

この半導体レーザの構造は、ダイオードである点では発光ダイオード(LED)と同様であるが、発光機構や光の出射方向等の点ではLEDと大きく異なる。高効率LEDを得るには半導体レーザとは異なる技術が必要である。

また、黄色光源を得るには混晶組成を570-600nmの発光波長に合わせねばならない。これに伴って、種々の調整も必要となる。

#### [発明が解決しようとする課題]

本発明の目的は、ピーク発光波長が570-600nmの範囲にある $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{P}$ または $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$ を発光層とした高効率の黄色発光ダイオードを提供することである。

$\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{P}$ または $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$ からなる発光層の下側に十分な厚さの $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$ からなる中間クラッド層を設けるとともに、ダブルヘテロ構造の発光ダイオードとし効率を向上させる。

十分な厚さのクラッド層は温度差法液相成長を用いて成長させることができる。

#### [作用]

LEDの発光層はより禁制帯幅の広いクラッド層に挟まれており、有効に570-600nmの光を発光する。

さらに発光層の下クラッド層は十分な厚みを持っているため基板や組成勾配層からの格子欠陥を十分に緩和し、結晶性を向上できる。またダブルヘテロ構造の特徴である閉じ込め効果が顕著にあらわれ高効率のLEDとなる。

#### [実施例]

第1図は本発明の実施例による発光ダイオード

[課題を解決するために行った検討]

LEDは自然放出による発光を利用しているもので結晶性が非常に重要となる。MOCVD法やMBE法ではその成長機構からあまり良質な結晶は得にくい。

さらに、LEDはレーザと違い活性層と垂直方向へ光を取り出すいわゆる面発光である。発光光度を向上するためには、面発光での発光効率、発光の取り出し効率等を良くしなければならない。活性層で垂直方向に向う光を効率良く発光させ、取り出すためには活性層の下中間クラッド層が十分な厚さ必要であることが判った。しかし、 $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{P}$ 系の成長に主に用いられているMOCVD法で通常得られるのはただか数 $\mu\text{m}$ 程度の薄膜である。このためMOCVD法ではダブルヘテロ構造を形成したとしても高効率のLEDは得にくい。

#### [課題を解決するための手段]

ピーク発光波長が570-600nmであるI

の断面構造を示す。基板結晶としてはn型GaP基板11を用い、その上にMOCVD法でn型 $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$ ( $x=1-0.7$ ,  $y=0-0.2$ )組成勾配層10を形成する。その上に液相成長によって、n型 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.2}\text{P}$ 中間クラッド層12、p型 $\text{In}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{P}$ 発光層(ないし活性層)13およびp型 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.2}\text{P}$ 表面クラッド層14をエピタキシャルに積層し、上下面上にAu-Zn電極16、Au-Ge-Ni電極15を形成している。組成勾配層10はGaP基板11と発光層13との間の格子定数の差を吸収するための緩衝層として形成されている。

第2図に各層の禁制帯幅(エネルギーギャップ)の分布を示す。GaP基板11、組成勾配層10の禁制帯幅は第2図に示すように活性層13の禁制帯幅より大きいように選ばれている。このため発光部で発光した光の内、基板方向へ向う光も、吸収されることなく、外部に取り出すことができる。

$\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$  組成勾配層 10 を形成した後、温度差液相成長法により  $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$  中間クラッド層 12、 $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{P}$  発光層 13、 $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$  表面クラッド層 14 をエピタキシャル成長する。ここでクラッド層 12 は良好な結晶性と十分な厚さを有することが発光層 13 で効率良い発光を得るため必要である。表面クラッド層 14 も実効的なダブルヘテロ構造を形成できる結晶性と厚さを持つ。良好な結晶性と必要なだけの厚さは温度差液相成長法により得ることができる。

$\text{InGaP}$  と  $\text{InAlGaP}$  との禁制帯巾と格子定数の関係は第 4 図に示すように  $\text{InGaP}$  と同一格子定数でかつ禁制帯巾の大きな  $\text{InGaAlP}$  が形成できるので欠陥のない (defect free) ヘテロ接合を形成できる。

クラッド層 12 の厚みと発光ダイオードの発光光度の関係を第 3 図に示す。これによると発光光度は  $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$  中間クラッド層 12 の厚みに依存し、厚さが薄い場合には高い発光

光度は得られず、厚さが厚くなるとともに光度が増加している。十分な発光光度を得るには中間クラッド層 12 の厚さは  $10\mu\text{m}$  以上の厚さがあることが必要である。

このような条件を満たす成長層を得るには、実質的には MOCVD 法では不可能であり、温度差液相成長法によって達成され得る。この方法では条件を厳重に制御することにより  $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{P}$  に限らず  $\text{Al}$  を含む  $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$  の厚膜の成長も得られる。この結果として、十分な厚さの  $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{P}$  または  $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$  の発光層、 $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{P}$  のクラッド層を有する高効率黄色発光 LED が得られた。

なお、発光層 13 の厚さも光度に影響する。あまり薄くしては十分発光を行えず、また厚すぎではダブルヘテロ構造による閉じ込め効果が得られない。ほぼ  $1\mu\text{m}$  程度の厚さとすればよい。

例えば  $\text{GaAlAs}$  のダブルヘテロ構造発光ダイオードでは第 5 図に示すような光度対活性層厚

の関係が得られる。ほぼ  $1\mu\text{m}$  弱の厚さが最適値である。 $\text{InGaP}$  または  $\text{InGaAlP}$  を活性層とする場合もほぼ同様の関係が得られる。

#### [ 発明の効果 ]

$570-600\text{nm}$  の発光ピークを持つ高効率 LED が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の実施例による LED の断面構造図、

第 2 図は第 1 図の LED における各層の禁制帯巾を示すグラフ、

第 3 図は LED の中間クラッド層の厚さと発光光度の関係を示すグラフ、

第 4 図は  $\text{InGaP}$  と  $\text{InGaAlP}$  の格子定数と禁制帯幅の関係を示すグラフ、

第 5 図は  $\text{GaAlAs}$  ダブルヘテロ発光ダイオードの発光光度対活性層厚の関係を示すグラフ、

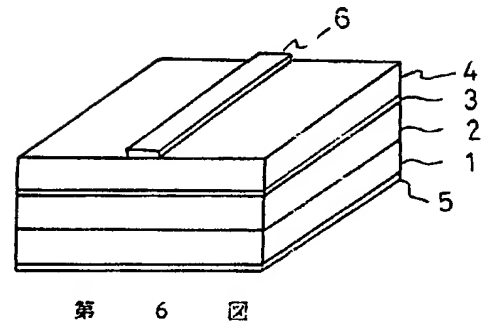
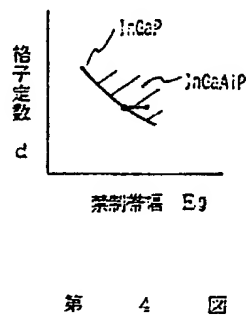
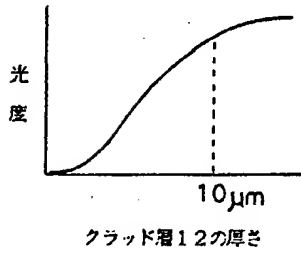
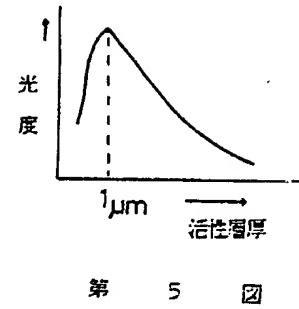
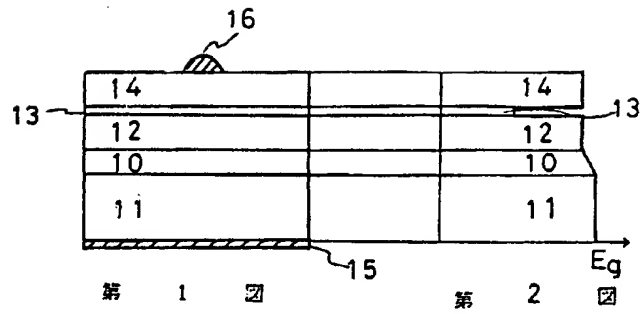
第 6 図は  $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{P}$  を活性層とした半導

体レーザーダイオードの構造模式図である。

#### 符号の説明

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 10    | $\text{InGaAlP}$ 組成勾配層   |
| 11    | GaP 基板                   |
| 12    | $\text{InGaAlP}$ 中間クラッド層 |
| 13    | $\text{InGaP}$ 発光層       |
| 14    | $\text{InGaAlP}$ 表面クラッド層 |
| 15、16 | 電極                       |

代理人 弁理士 高橋 敏四郎



- 10 InGaAlP 組成欠配層
- 11 GaP 基板
- 12 InGaAlP 中間クラッド層
- 13 InGaP 発光層
- 14 InGaAlP 表面クラッド層

- 1 GaAs 基板
- 2 InGaAlP 中間クラッド層
- 3 InGaP 活性層
- 4 InGaAlP 表面クラッド層
- 5 電極
- 6 ストライプ電極